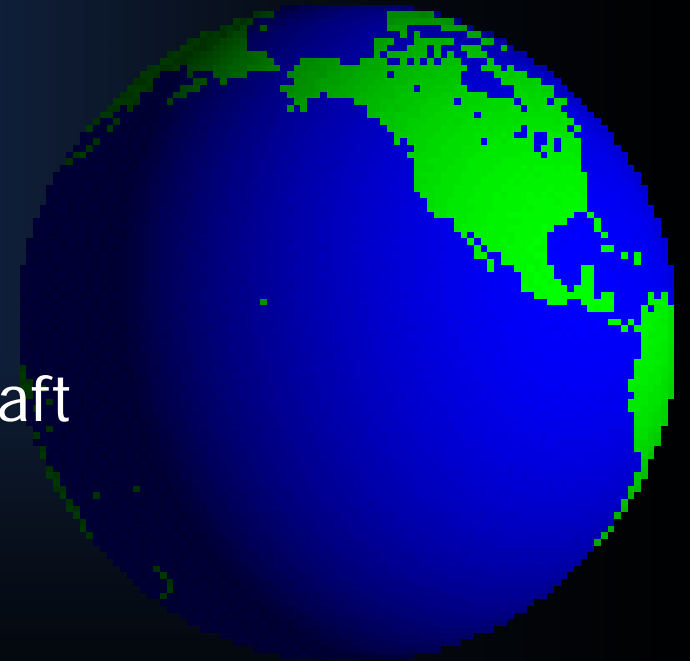


Möglichkeiten und Grenzen der europäischen Energiewende – Perspektive eines Volkswirtes

Arbeitskreis Energie,
Deutsche Physikalische Gesellschaft
Bad Honnef, 2. 10. 2020

Hans-Werner Sinn
LMU München & CESifo

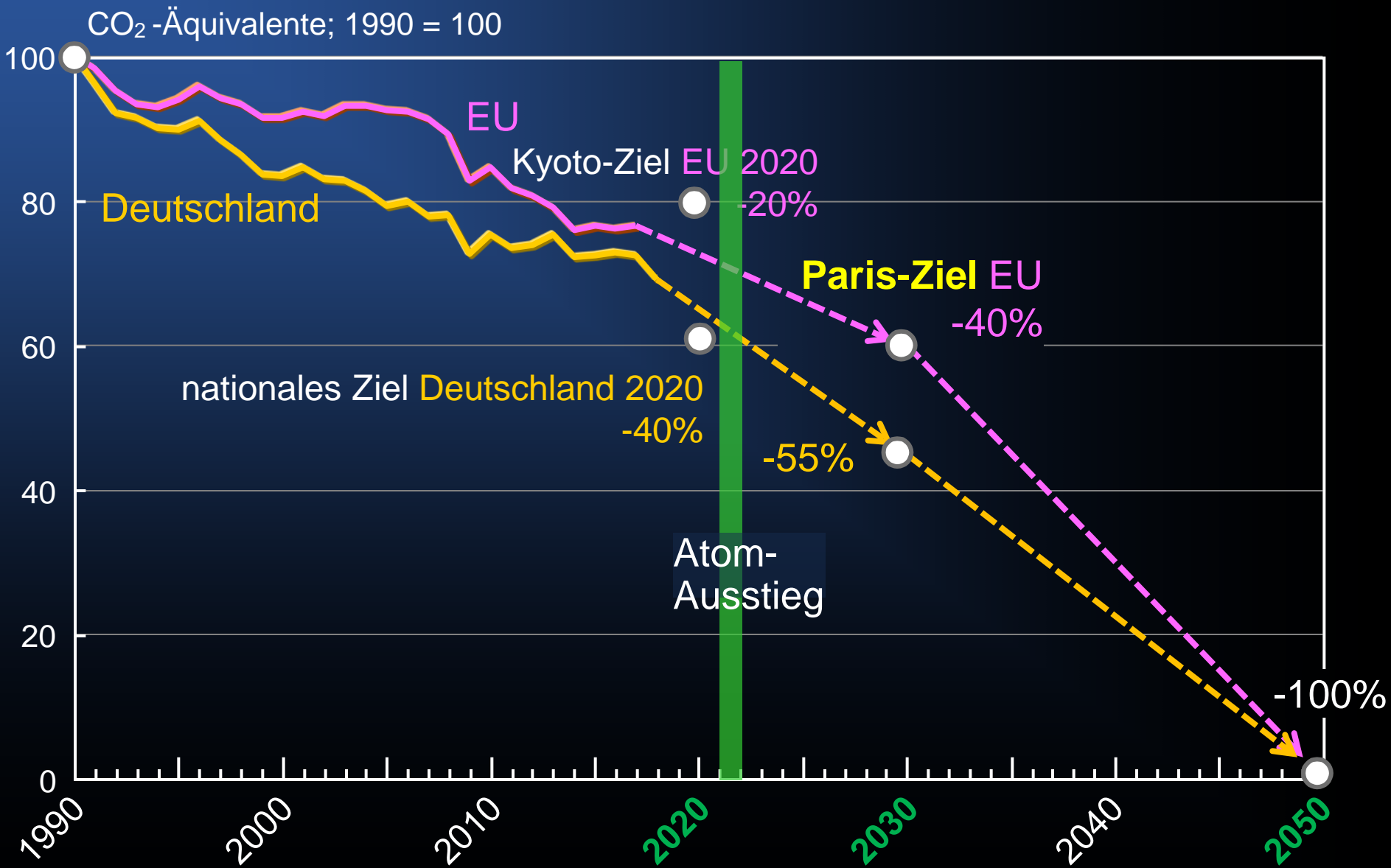




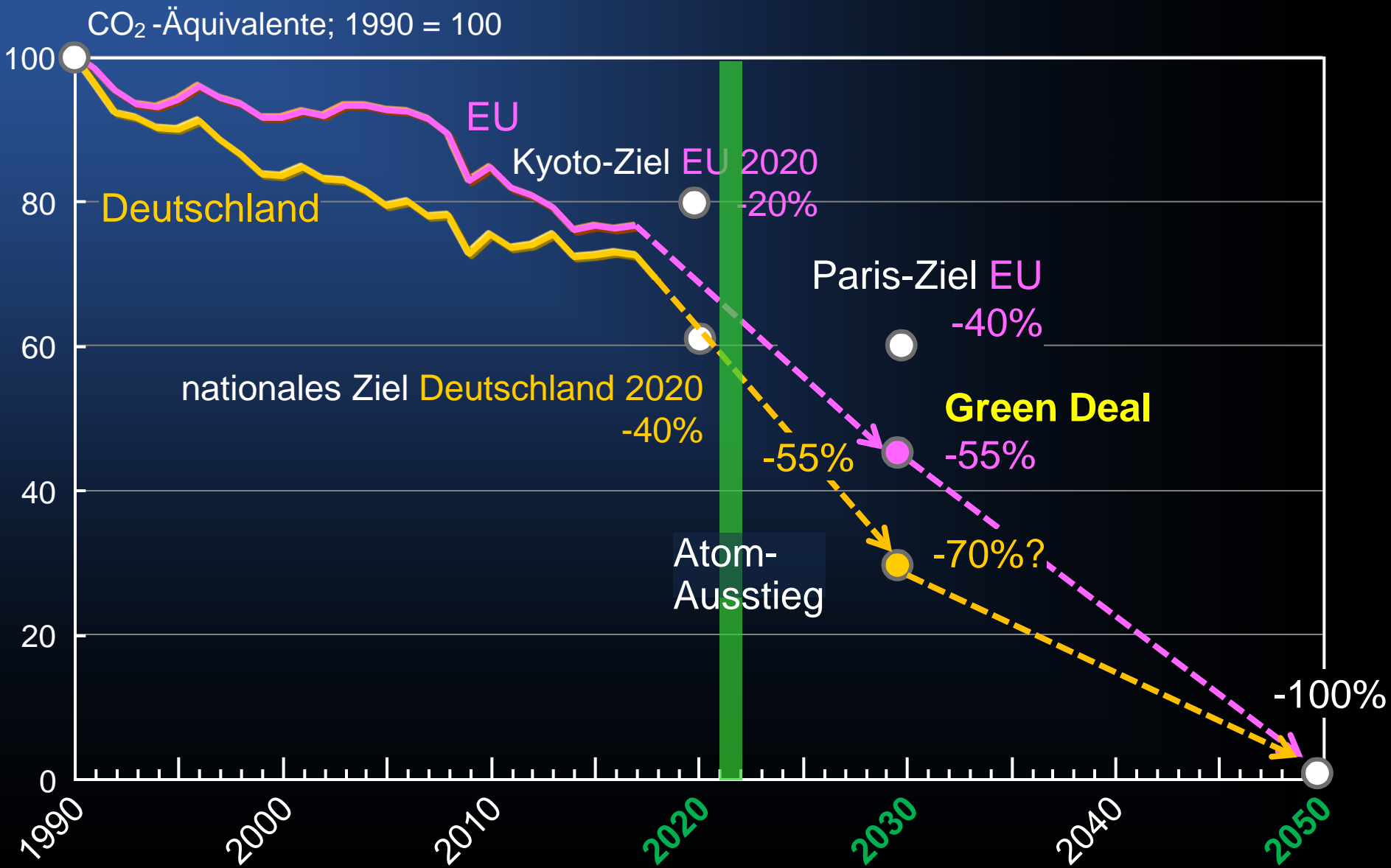
- I. Große Ambitionen
- II. Das Volatilitätsproblem
- III. Elektro-Autos
- IV. Das Angebot der Brennstoffe
- V. Das grüne Paradoxon
- VI. Effektive Politik

I Große Ambitionen

CO₂-Emissionen seit 1990



CO₂-Emissionen seit 1990



Deutsche Stromproduktion 2019 (AG Energiebilanzen)

612,4 TWh

Erneuerbare Energien:

244,1 TWh; 39,9%

Fossile Energien:

293,2 TWh; 47,9%

Übrige (fossile) Energien: 25,9 TWh; 4,2%

Öl: 5,1 TWh; 0,8%

Biogener Hausmüll: 5,8 TWh; 0,9%

Biomasse: 44,6 TWh; 7,3%

Staudämme: 20,2 TWh; 3,3%

Erdgas: 91 TWh; 14,9%

Photovoltaik: 47,5 TWh; 7,8%

Wind: 126 TWh; 20,6%

Braunkohle:
114 TWh;
18,6%

Atomkraft: 75,1 TWh; 12,3%

Steinkohle:
57 TWh; 9,3%

Deutsche Stromproduktion 2018 (Energiebilanzen)

Erneuerbare Energien:
244,1 TWh; 39,9%

Erneuerbare Energien:
244,1 TWh; 39,9%

Biogener Hausgas:

Biomasse: 44,1 TWh; 7,1%

Erneuerbare Energien: 25,9 TWh; 4,2%

Staudämme: 20,2 TWh; 3,3%

Erdgas: 91 TWh; 14,9%

Photovoltaik: 47,5 TWh; 7,6%

Wind + Solar = 28,4%

Wind: 126 TWh; 20,6%

Braunkohle:
114 TWh;
18,6%

**Atom + Kohle =
40,2%**

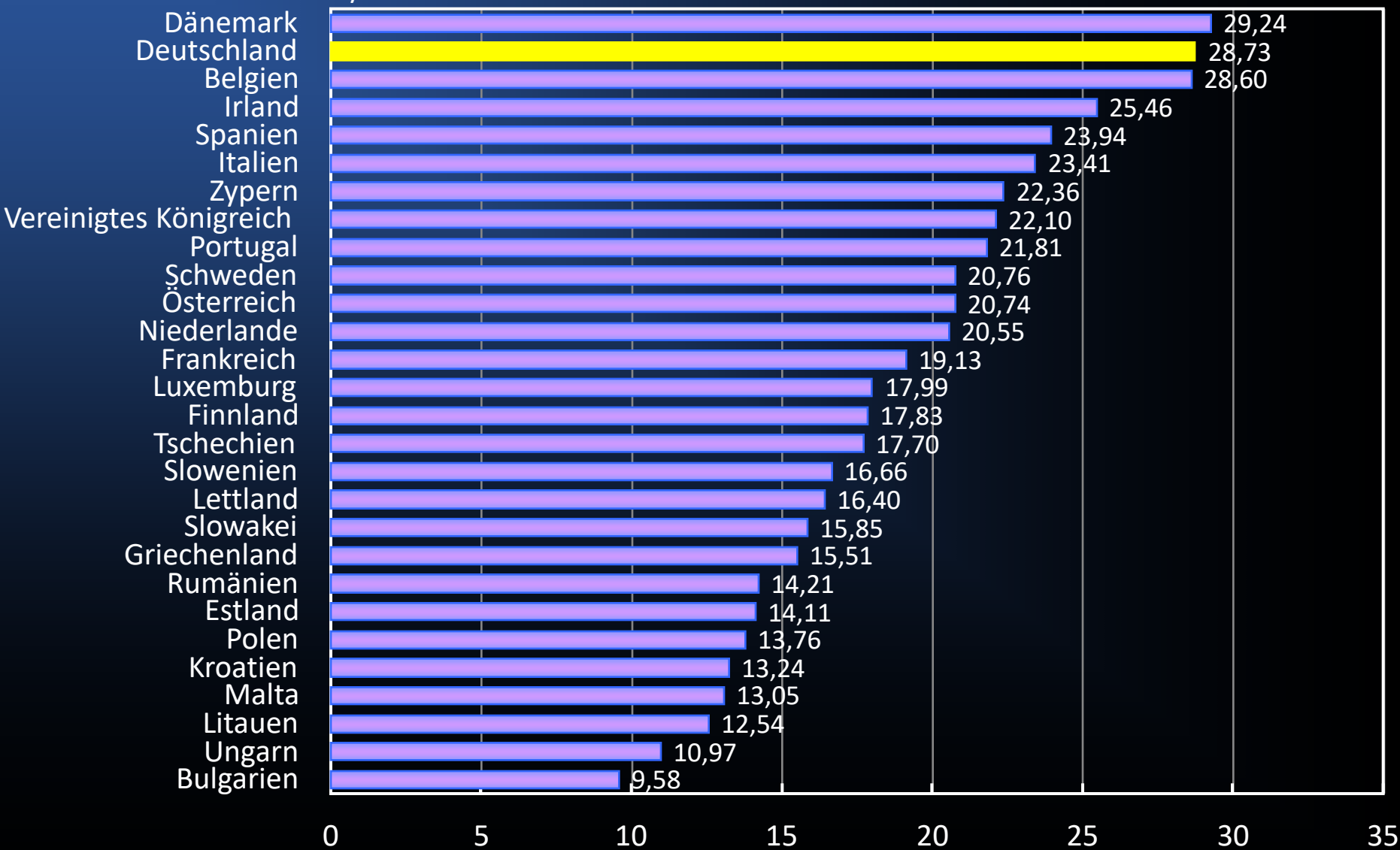
Atomkraft: 75,1 TWh; 12,3%

Steinkohle:
57 TWh; 9,3%

**Und dann auch
noch der Verkehr
elektrisch!**

Strompreise für private Haushalte im 2. Hj. 2019 mit Steuern und Abgaben

ct/kWh



II Das Volatilitäts- problem



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

European Economic Review

journal homepage: www.elsevier.com/locate/euroecorev



Buffering volatility: A study on the limits of Germany's energy revolution[☆]



Hans-Werner Sinn

CESifo and Ludwig-Maximilian University of Munich, Germany

ARTICLE INFO

Article history:

Received 23 June 2016

Accepted 20 May 2017

Available online 8 June 2017

Keywords:

Germany

Storage wind and solar energy

Hydro dams

Norway

ABSTRACT

Squaring hourly demand and wind-solar production data for Germany and a number of neighbouring countries with the results of the EU's ESTORAGE project, this paper studies the limits of Germany's energy revolution in view of the volatility of wind and solar power. In addition to pumped storage, it considers double-structure buffering, demand management, Norwegian hydro-dam buffering and international diversification via grid expansion. If Germany operated in autarchy and tried to handle the volatility of wind-solar production without using stores while replacing all nuclear and fossil fuel in power production, on average 61%, and at the margin 94%, of wind-solar production would have to be wasted, given the current level of other renewables. To avoid any waste, the wind-solar market share in an autarchic solution must not be expanded to more than 30%. By using Norway's

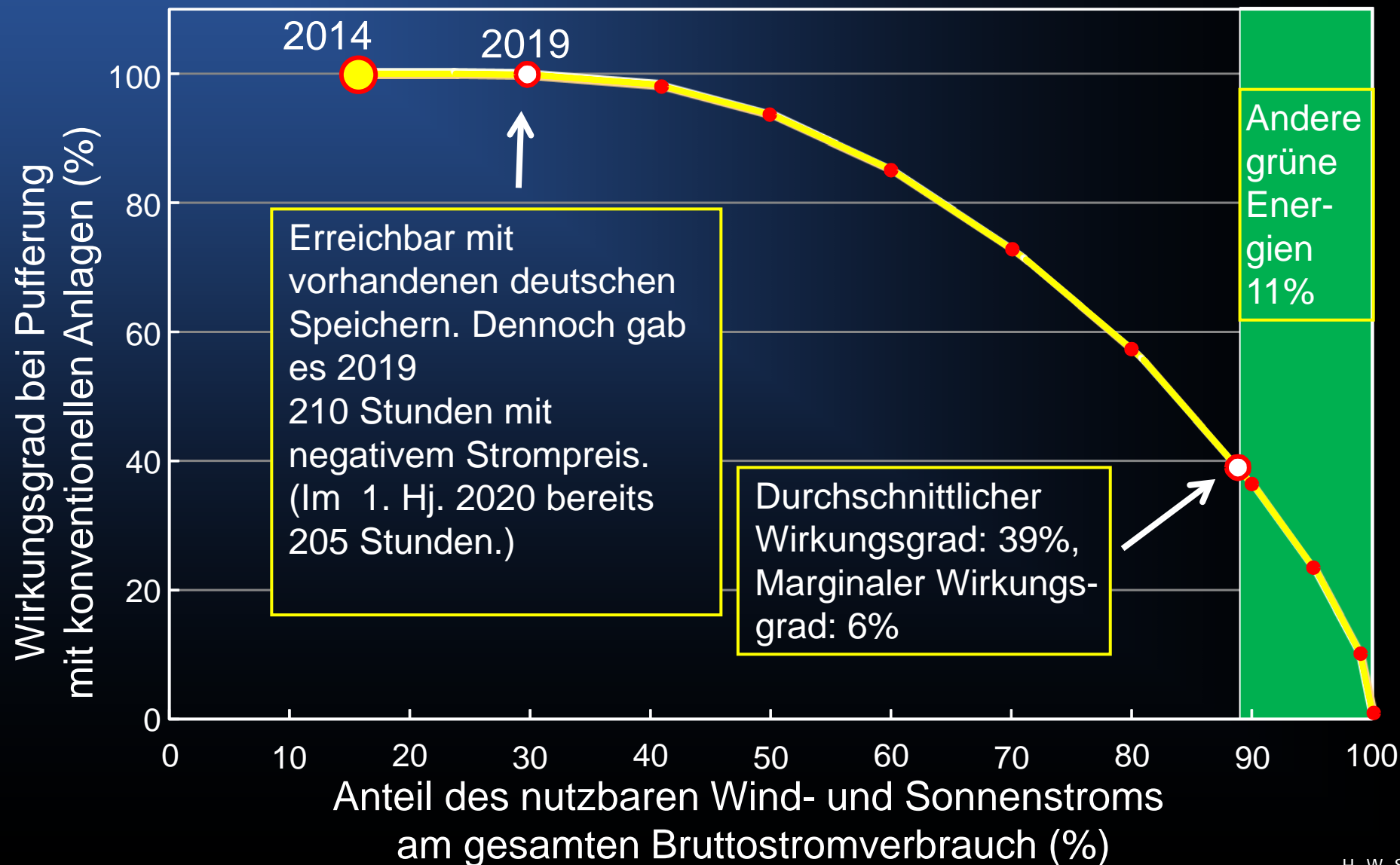
Die notwendige Dreifachstruktur in der grünen Energieversorgung

1. Wind- und Solarstrom
2. Konventionelle Anlagen als Lückenbüßer (Dunkelflauten)
3. Speicher für überschießende Spitzen

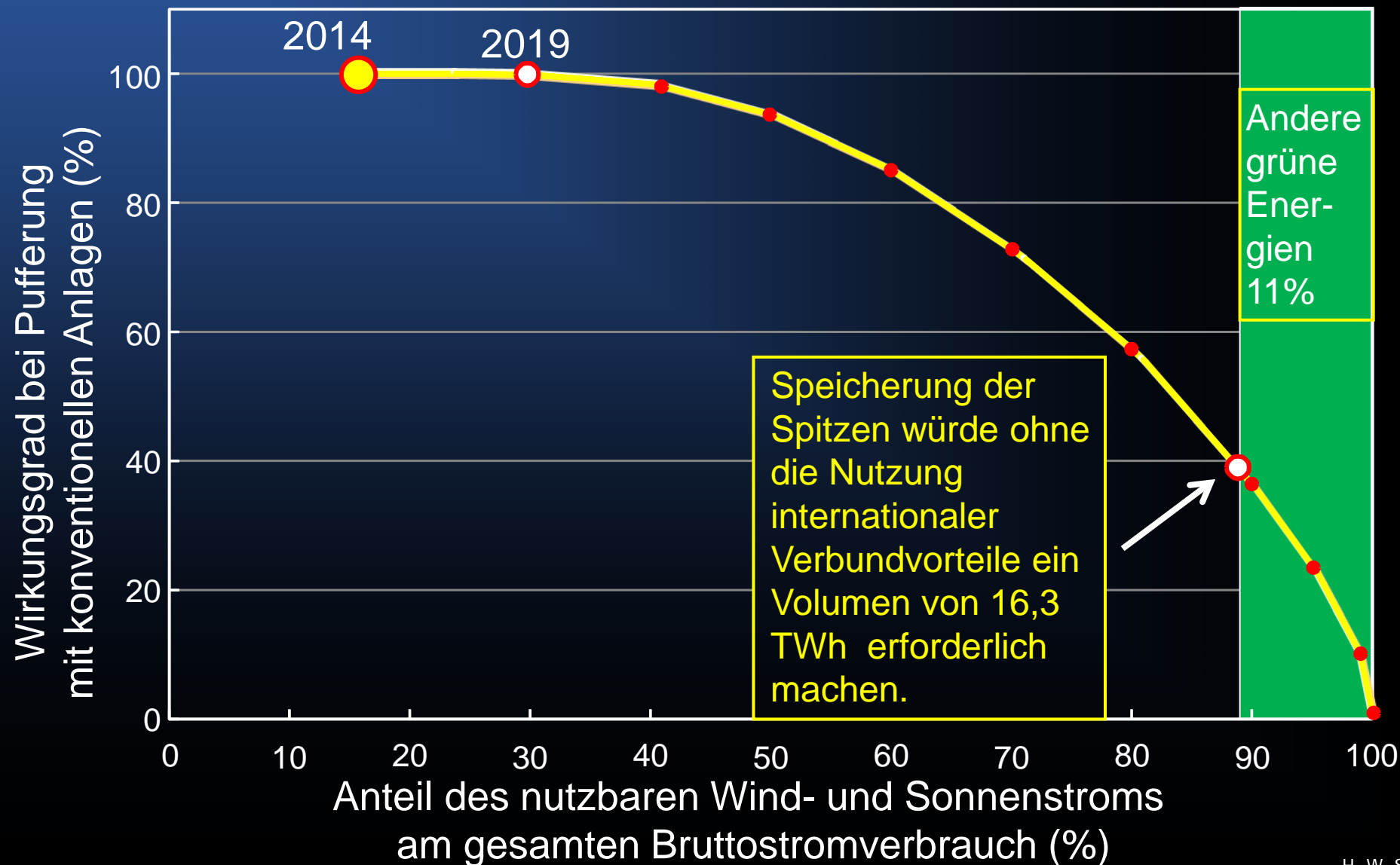
EU E-Storage Project 2016:

„Pumped Storage Hydro Plants Offer a New Era of Smarter Energy Management”

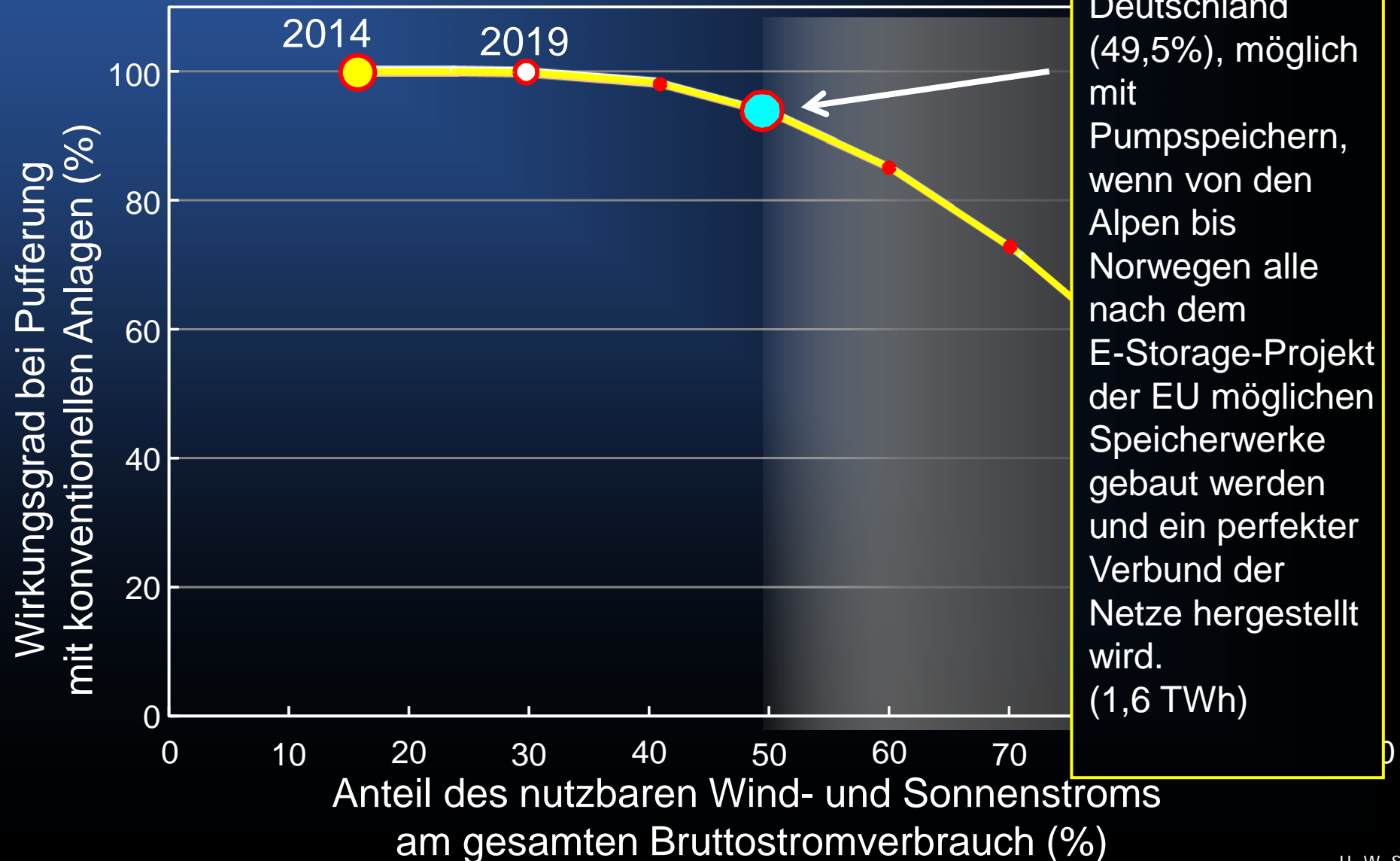
Effizienz von Wind- und Sonnenenergie 2014 ohne Speicherung (Curtailing)



Effizienz von Wind- und Sonnenenergie 2014 ohne Speicherung (Curtailing)



Effizienz von Wind- und Sonnenenergie 2014 ohne Speicherung (Curtailin



Es bleibt die Wasserstofftechnologie (mit E-Fuels etc.) zur Aufnahme der überschießenden Stromspitzen oder die Verklappung der Spitzen (Curtailing).

Doch können die Elektroliseure mit den volatilen Stromspitzen zurecht kommen? Oder brauchen auch sie konventionellen Strom zur Glättung durch Füllung der Lücken?

III Elektro-Autos

Nützlich für die Innenstädte.

Doch das ist nicht die Entscheidung
der Verbraucher.

Der Grund für den Boom der E-Autos sind die
Vorgaben der Politik.

EU-Verordnung für den Flottenverbrauch

	Gramm CO ₂ pro km	Diesel-Äquivalent pro 100 km
2015	135	5 l
2020	95	3,5 l
2030	59	2,2 l

EU-Verordnung für den Flottenverbrauch

	Gramm CO ₂ pro km	Diesel-Äquivalent pro 100 km
2015	125	
2021		3,5 l
2030	59	2,2 l

**EU-Verordnung
2018**

2,2 l

EU-Verordnung für den Flottenverbrauch

	Gramm CO ₂ pro km	Diesel-Äquivalent pro 100 km
2015	135	5,1
2021	95	3,5
2030	59,5	2,2 l
<i>2030</i>	<i>47,5</i>	<i>1,8 l</i>

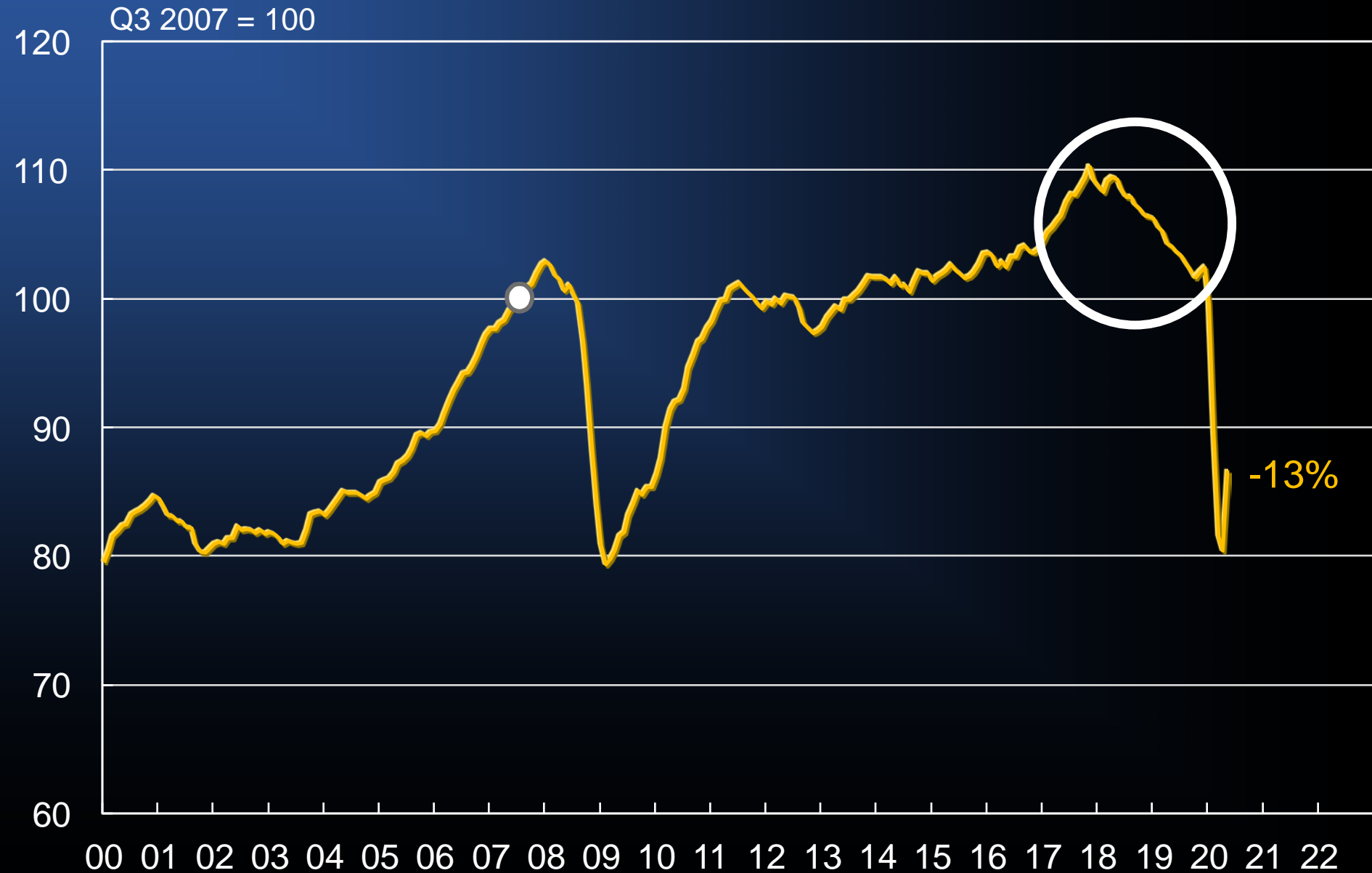
**Vorschlag
von der Leyen:
Green Deal 2020**

Automobilindustrie Deutschland

Index Jan. 2008 = 100; geglättete Werte



Produktion im Verarbeitenden Gewerbe bis August 2020



Wieviel CO₂ stößt ein Mittelklasse-
E-Auto bei deutschen Energiemix
im Vergleich zu
„Verbrennern“ aus?

Buchal, Karl, Sinn 2019

(Mercedes 220 Cd vs. Tesla Model 3:
141 g/km + 15 g/km)

VW 2019

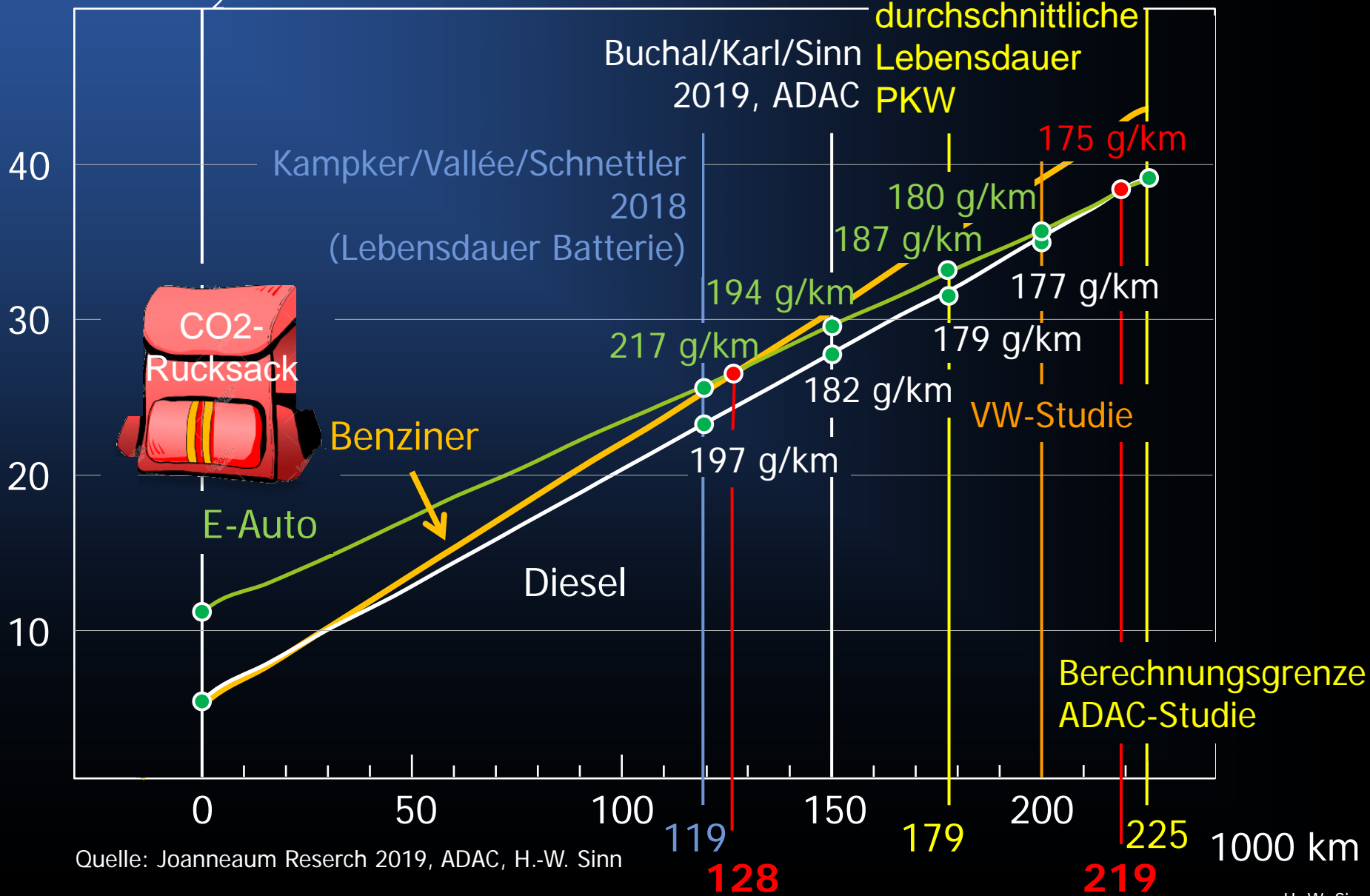
(Golf Diesel vs. E-Golf:
141 g/km + 2 g/km)

Die neue ADAC-Studie (Oktober 2019)
zusammen
mit dem österreichischen Automobilclub
erstellt durch

Joanneum Research, Graz

Joanneum Research, Sept. 2019, ADAC, CO₂-Ausstoß, Golfklasse, deutscher Strommix

Tonnen CO₂



Quelle: Joanneum Reserch 2019, ADAC, H.-W. Sinn

Ist nach einer neuen Schweden-Studie der CO₂-Rucksack heute schon wieder viel kleiner?

(Erik Emilsson, Lisbeth Dahllöf, November 2019, IVL, Swedish Energy Agency)

"One important reason is that this report includes battery manufacturing with close-to 100 percent fossil free electricity ..., **which is not common yet, but likely will be in the future.** "

Politikempfehlung:

Ein Emissionshandel für alles!

Abschaffung
sämtlicher technischer Detailregulierungen
zur Verminderung des CO₂-Ausstoßes,
inklusive der Regelungen für die Automobile
und der Einsparverordnungen für die
Immobilien. Dann können die Ingenieure und
Start-ups die effizientesten Lösungen suchen.

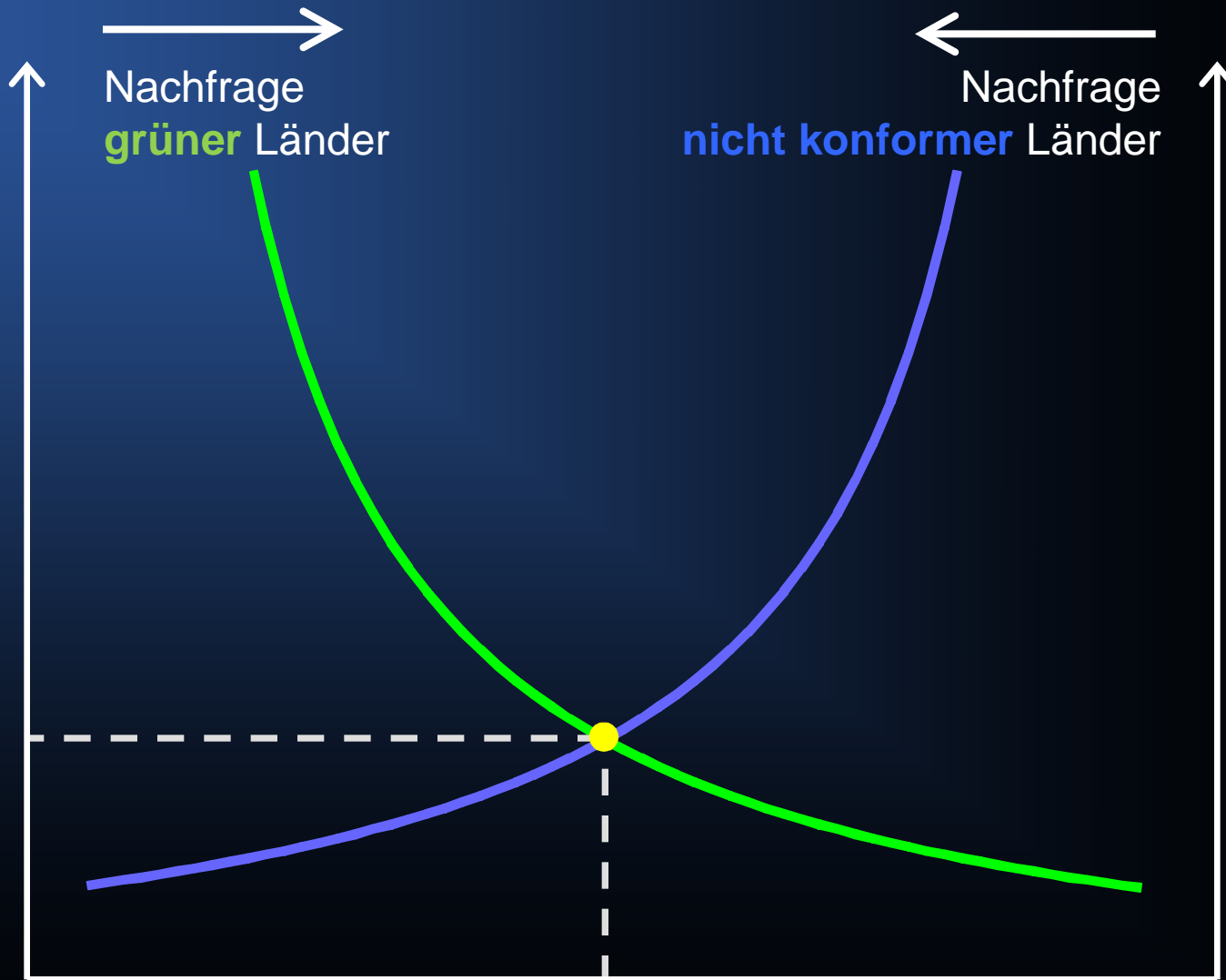
IV Das Angebot der Brennstoffe

Stimmt die Analogie?



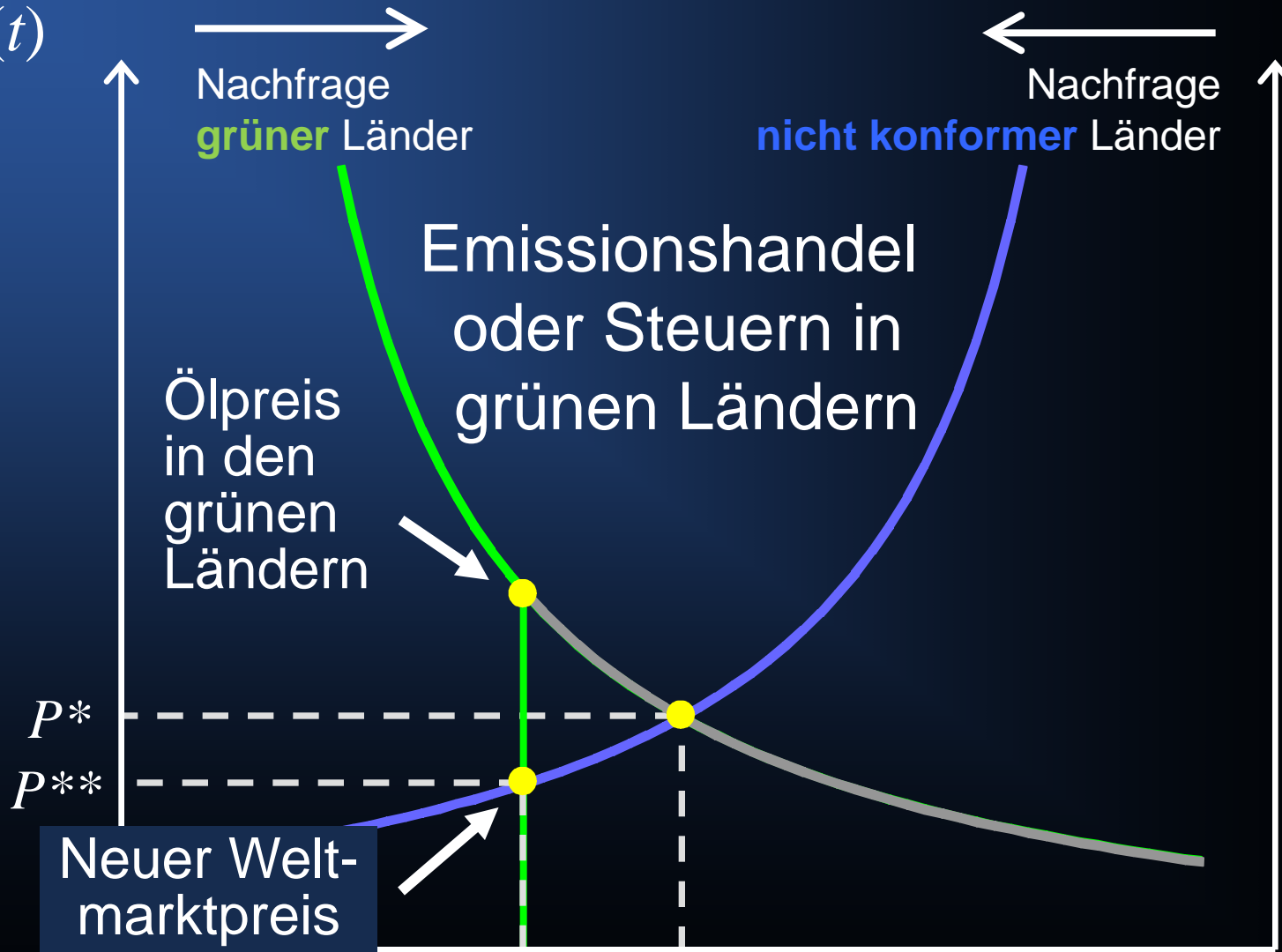
**Beim Öl fehlt der
CO₂ -Papierkorb!**

Ölpreis
 $P(t)$



-----, Weltweites Angebot zum Zeitpunkt t -----

Ölpreis
 $P(t)$



Weltweites Angebot zum Zeitpunkt t

Umlenkung der
extrahierten Mengen

Aber könnten die Preissenkungen nicht
dazu führen, dass
die Ölländer mehr Öl im Boden lassen?

Wie groß ist die Preiselastizität des Angebots?

Ölpreis und Ölförderung

in % des Mittelwerts



Die Umlenkung des Öls impliziert, dass vorläufig nur die europäischen E-Autos CO₂ emittieren, denn nur sie verbrauchen eine fossile Energiequelle, die in Europa selbst liegt.

Wie könnte das Angebot langfristig reagieren?

Drei Hypothesen:

- Preis fällt unter Grenzkosten der Extraktion (aber ohne die endogenen Kosten der Schürfrechte, d.h. die user costs, die in den Statistiken stets fälschlicherweise mitgezählt werden).
- Liquiditätsargument: Mengenerhöhung zum Ausgleich der Preissenkung wegen Liquiditätsbedarf für „Hofstaat“
- Ernte vor dem Sturm einbringen (Grünes Paradoxon)

V Das grüne Paradoxon



HANS-WERNER SINN

DAS GRÜNE PARADOXON

PLÄDOYER FÜR EINE
ILLUSIONSFREIE KLIMAPOLITIK

weltbuch

Econ 2008

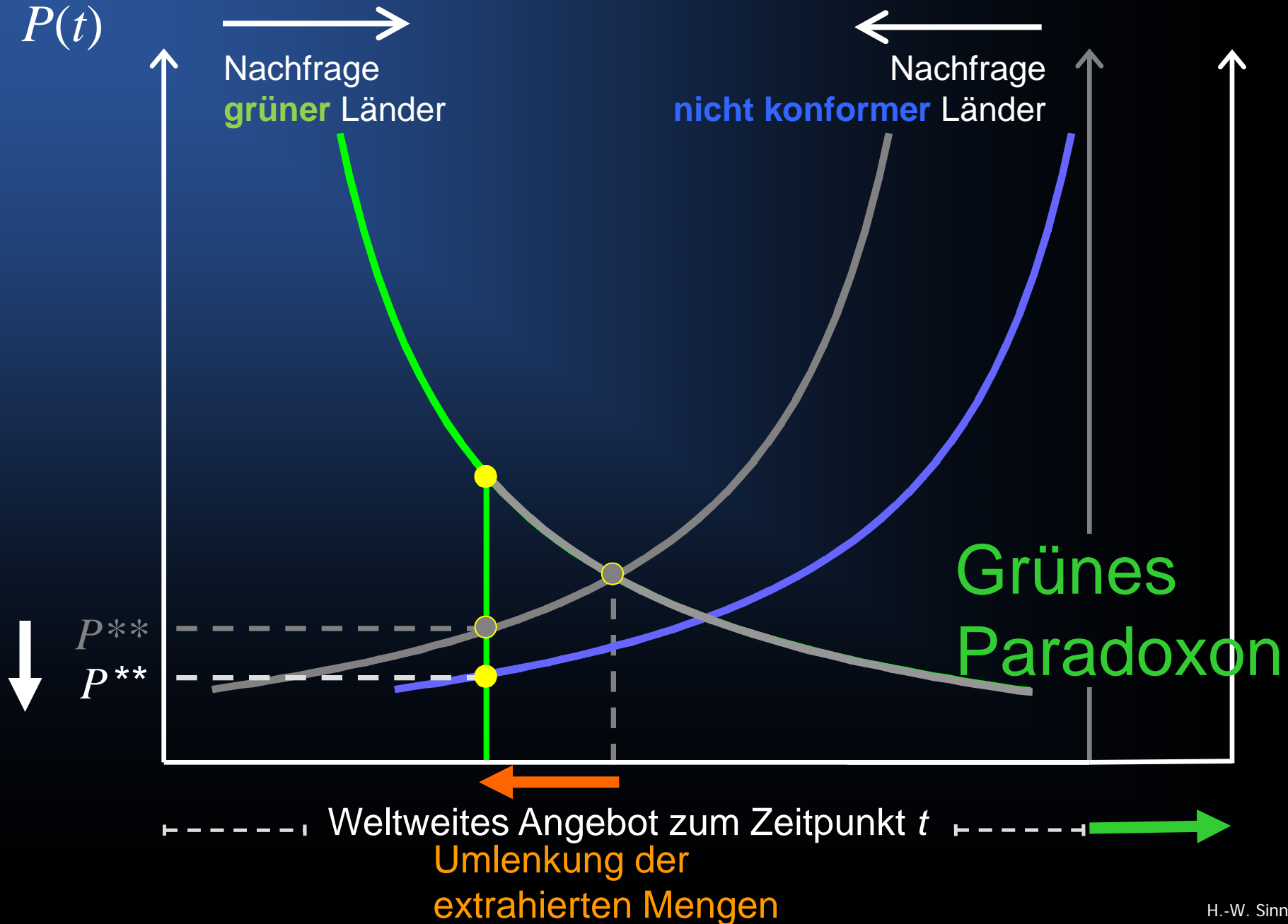
MIT Press 2011

Weltbuchverlag 2020

Grünes Säbelrasseln

- Weltorganisation für Meteorologie 1978 in Genf
- UN-Klimakonferenz 1988 in Toronto
- Weltklimarat 1988
- UN-Klimakonferenz 1990 in Genf
- Kyoto-Protokoll 1997
- Grüne Parteien in Europa in den 1980er Jahren
- IPCC 1988
- Aufstieg von Greenpeace in den 1980er Jahren
- Al Gores Umweltaktivismus
- Stern-Report 2006
- Übereinkommen von Paris 2015
- Fridays for Future 2019

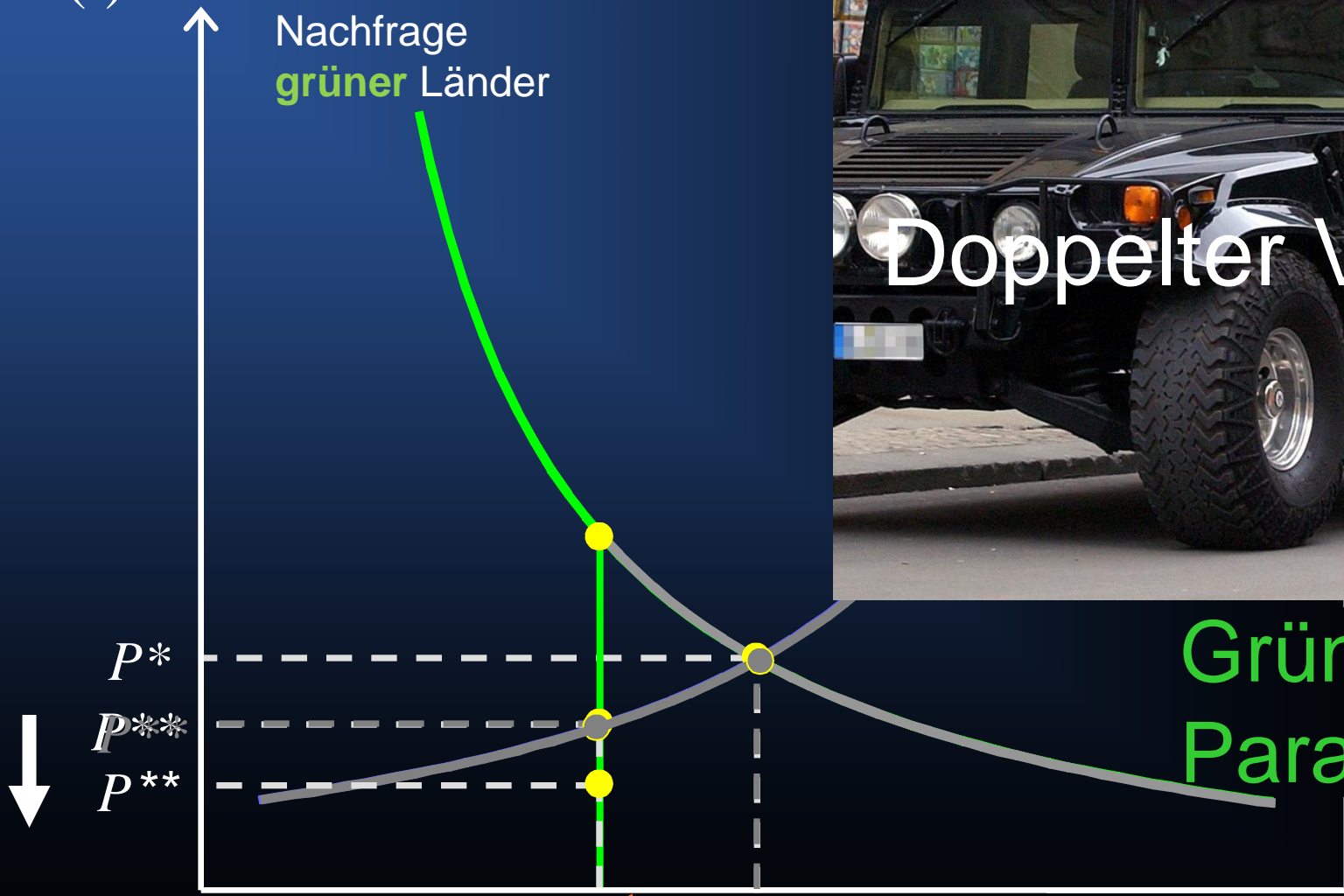
Ölpreis
 $P(t)$



Ölpreis
 $P(t)$



Nachfrage
grüner Länder



Doppelter Vorteil!

Grünes
Paradoxon

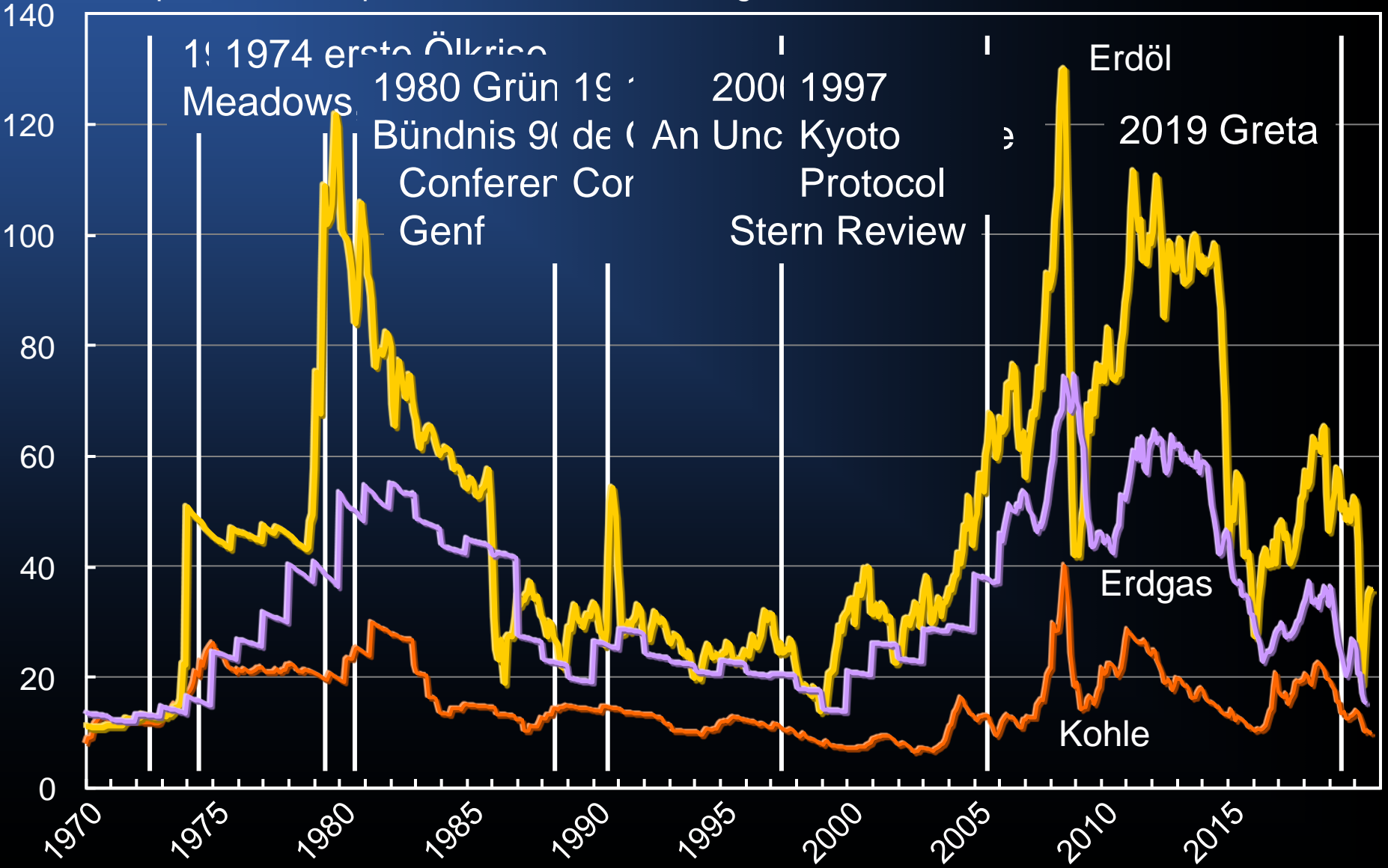
Weltweites Angebot zum Zeitpunkt t

Umlenkung der
extrahierten Mengen

Gibt es Indizien für
den Vorzieheffekt aufgrund des
grünen Säbelrasseln?

Reale Preise fossiler Treibstoffe (1970-2020)

US\$ pro Barrel Öläquivalente, inflationsbereinigt



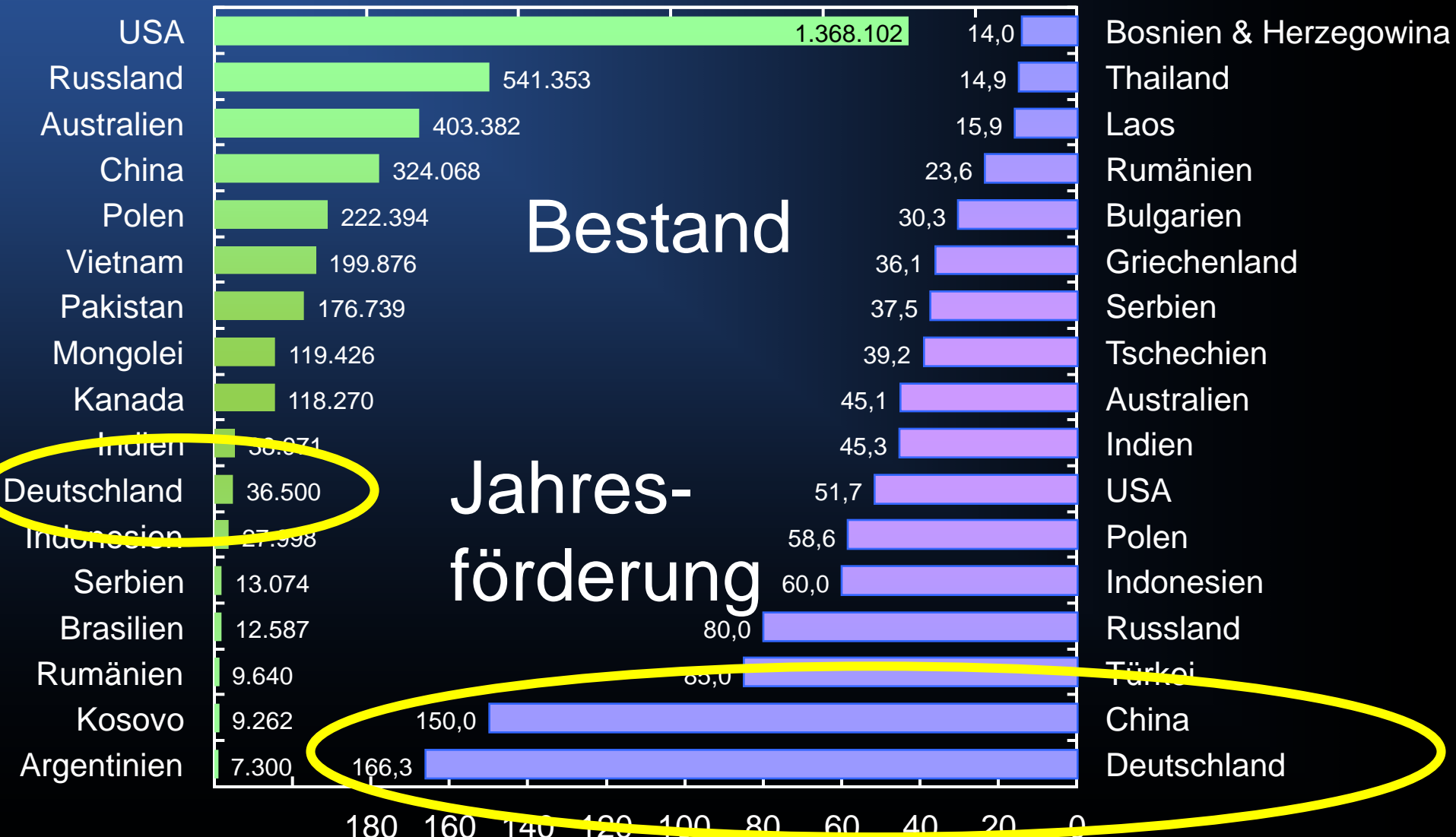
1974 erste Ölkrise
 1980 Ölkrise
 1997 Stern Review
 2001 An Uncertain World
 2009 G20 London Summit
 2015 Paris Agreement
 2019 Greta Thunberg

Warum baut Norwegen einen
Sovereign Wealth Fund mit
den Erlösen aus dem
Erdölverkauf auf, anstatt
das Vermögen im Boden zu sparen?

Warum baut(e) Deutschland so viel
Braunkohle ab?

Braunkohlebestände (links) und seine Förderung (rechts), 2018

0 300.000 600.000 900.000 1.200.000



VI Effektive Politik

- Neue Atomkraftwerke (Core catcher, Thorium, Dual Fluid, Schneller Brüter, Fusion?)
 - Sequestrierung & Aufforstung, um Kohlenstoffgehalt der Luft zu senken
-
- Wälder kaufen und schützen (Amazonas-W. € 275 Mrd. ?)
 - Quellensteuer auf Finanzinvestitionen und sicherere Eigentumsrechte für Ressourcen im Boden, um den „Appetit auf Schweizer Bankkonten“ zu verringern
 - Weltweiter Emissionshandel zur Kontrolle der emittierten Kohlenstoffmengen
 - „Climate Club“ (William Nordhaus)

